



CHALMERS



Informationsförluster & Kommunikationsbrister i modellbaserade projekt:

Orsaker, konsekvenser, åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

Isabel Karlsson Petersson
David Vall

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD
AVDELNING FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2026
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Informationsförluster och kommunikationsbrister i modellbaserade projekt: Orsaker, konsekvenser och åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ISABEL KARLSSON PETERSSON

DAVID VALL

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Construction Management and Engineering

Examinator: Caroline Ingelhammar

Handledare: Caroline Ingelhammar, Anton Johed (Liljewall)

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2026

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ISABEL KARLSSON PETERSSON

DAVID VALL

© ISABEL KARLSSON PETERSSON, DAVID VALL, 2026

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2026

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Construction Management and Engineering

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

AI-genererad illustration skapad av Imagen 3 via Google Gemini (2026)

Informationsförluster och kommunikationsbrister i modellbaserade projekt: Orsaker, konsekvenser och åtgärder

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

ISABEL KARLSSON PETERSSON

DAVID VALL

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Construction Management and Engineering
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Byggbranschen genomgår en omfattande digital utveckling där Building Information Modeling, BIM, utgör en central del. Utvecklingen påverkas dock av branschens splittrade struktur och ett fortsatt beroende av traditionella 2D-ritningar.

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur ett modellbaserat arbetssätt påverkar kommunikationen och informationsflödet under byggprojektets projekteringsfas. Studien fokuserar särskilt på samspelet mellan arkitekt, konstruktör och projekteringsledare. Målet är att identifiera de tekniska och organisatoriska faktorerna som orsakar informationsförluster, samt att lyfta fram arbetssätt och åtgärder som kan bidra till en mer obruten informationskedja.

Studien bygger på en kvalitativ metodtriangulering bestående av en litteraturstudie och semistrukturerade intervjuer. Genom intervjuerna har yrkesverksamma från de utvalda disciplinerna fått dela med sig av sina praktiska erfarenheter och upplevelser av den digitala samordningen, vilket ger en djupare förståelse för de praktiska utmaningarna.

Resultaten visar att snabba kommunikationskanaler som Teams effektiviserar det dagliga arbetet, men att de har brister när det gäller spårbarhet. Vidare visas det att informationsförluster orsakas främst vid IFC-konvertering, samt av beställares budget- och kunskapsbrist som tvingar aktörer tillbaka till 2D-ritningar. För att säkerställa en obruten informationskedja rekommenderas Total BIM, som bör kompletteras med tidig samordning, molnbaserade plattformar och ett standardiserat språk för mognadsgrad.

Nyckelord: Informationsförluster, kommunikation, samordning, digital utveckling, Building Information Modeling, BIM, modellbaserat byggande

Information loss and communication gaps in model-based projects: Causes, consequences, and measures

Degree Project in the Engineering Program

Civil and Environmental Engineering

ISABEL KARLSSON PETERSSON

DAVID VALL

Department of Architecture and Civil Engineering

Construction Management and Engineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction industry is undergoing a major digital transformation, with Building Information Modelling (BIM) which plays a central role. However, this development is affected by the industry's fragmented structure and continued reliance on the traditional 2D drawings.

The purpose of this thesis is to investigate how a model-based approach affects communication and information flow during the design phase of construction projects. The study focuses specifically on the interaction between the architect, structural engineer, and design manager. The objective is to identify the technical and organizational factors causing information loss, as well as to highlight working methods and measures that can contribute to a more unbroken information chain.

The study is based on a qualitative methodological triangulation consisting of a literature review and semi-structured interviews. Through the interviews, professionals from the selected disciplines have shared their practical experiences and perceptions of digital coordination, providing a deeper understanding of the practical challenges.

The results show that fast communication channels such as Teams streamline daily work, but have deficiencies regarding traceability. Furthermore, it is shown that information loss is primarily caused during IFC conversion, as well as by clients' budget constraints and lack of knowledge, which forces actors back to 2D drawings. To ensure an unbroken information chain, Total BIM is recommended, which should be complemented by early coordination, cloud-based platforms, and a standardized language for model maturity.

Key words: Information loss, communication, coordination, digital transformation, Building Information Modeling, BIM, model-based construction.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	I
ABSTRACT.....	II
Förord.....	VII
1 Inledning	1
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställning	2
1.3 Avgränsningar	3
2 Metod	4
2.1 Val av metod	4
2.2 Intervjustudie	4
2.2.1 Ramverk för intervju.....	4
2.2.2 Val av respondenter	5
2.2.3 Genomförande av intervju	5
2.2.4 Bearbetning av intervju.....	6
2.2.5 Presentation av respondenter	6
2.3 Litteraturstudie	7
2.3.1 Databaser och sökverktyg	7
2.3.2 Sökord och sökstrategi.....	7
2.3.3 Urval och avgränsningar	8
2.3.4 Källkritik och trovärdighet.....	8
3 Litteraturstudie.....	10
3.1 BIM och Digitaliseringen i byggbranschen	10
3.2 Ritningsbaserat arbetssätt i byggprocess.....	11
3.3 Hinder och utmaningar med BIM-implementering.....	11

3.3.1 Mixed-mode (Parallelhantering).....	12
3.3.2 Manuell samordning och tolkningsfel	12
3.3.3 Informationsbarriärer/interoperabilitet	13
3.3.4 Mänskliga och organisatoriska faktorer.....	14
3.4 Utmaningar och konsekvenser	14
3.5 Modellbaserad arbetsätt som lösning.....	15
3.5.1 Digital samordning och granskning.....	15
3.5.2 Total BIM och Site BIM.....	16
3.5.3 Celsius.....	16
3.6 Informationshantering och gemensamma plattformar	17
3.6.1 Informationsnivåer och mognadsgrad.....	18
3.6.2 Standardiserad klassificering (ISO/IEC-81346)	18
3.6.3 Common Data Environment (CDE).....	18
4 Intervjustudie	20
4.1 Kommunikation mellan olika discipliner.....	20
4.1.1 Kommunikationsformer och spårbarhet	20
4.1.2 Relationer och ömsesidig förståelse.....	21
4.2 Organisation och styrning i modellbaserade projekt.....	21
4.2.1 Projektledningens och BIM-samordnarens roll	22
4.2.2 Beställarens krav, kunskap och påverkan	22
4.3 Digitala verktyg och informationshantering	23
4.3.1 Fördelar med Total BIM och molnplattformar	24
4.3.2 Utmaningar med olika mjukvaror och traditionella arbetsätt.....	24
4.3.3 Tekniska begränsningar och problem	25
4.4 Framtid och utveckling.....	25

4.4.1	Dynamiska och detaljrika modeller	26
4.4.2	Tidig samordning och förbättrade arbetssätt.....	26
5	Diskussion.....	28
5.1	Den digitala kommunikationen mellan olika disciplin	28
5.2	Projektledningens och beställarens påverkan.....	29
5.3	Digitaliseringens möjligheter och begränsningar.....	30
5.4	Framtiden och utveckling.....	31
5.5	Diskussion av metod	32
5.5.1	Val av kvalitativ metod.....	32
5.5.2	Diskussion av intervjustudien	33
5.5.3	Diskussion av litteraturstudien.....	33
5.6	Studiens trovärdighet och begränsningar	34
5.7	Förslag till vidare forskning	35
6	Slutsats	36
6.1	Digitaliseringens påverkan på kommunikation och samordning.....	36
6.2	Tekniska begränsningar.....	36
6.3	Organisatoriska faktorer och arbetssätt	37
6.4	Sammanfattande resultatbild	37
7	Referenslista.....	38
8	Bilagor.....	40
Bilaga A.....		40
Intervjuformulär		40
Bilaga B.....		41
Kodningsschema		41

Förord

Detta examensarbete har genomförts som en del av utbildningen inom samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet handlar om samordning i modellbaserade projekt, där fokus ligger på hur digitaliseringen påverkar kommunikationen och samarbetet mellan olika aktörer i projekteringsfasen.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare på Liljewall, Anton Johed, för den värdefulla vägledningen under arbetets gång. Vi vill även tacka alla respondenter som deltog i intervjustudien och delade med sig av sina erfarenheter. Deras deltagande har varit avgörande för studiens genomförande.

Slutligen vill vi tacka alla som på olika sätt har bidragit med stöd och hjälp under arbetets gång.

Göteborg maj 2026

David Vall & Isabel Karlsson Petersson

1 Inledning

Byggbranschen genomgår just nu en omfattande digital transformation, där Building Information Modeling (BIM) är en grundläggande byggsten för utvecklingen. BIM innebär att en exakt virtuell 3D-modell av byggnaden konstrueras digitalt, vilket utöver geometrin även bär på relevant och viktigt projektdata. Detta arbetssätt har potential av att minska projektkostnader, öka produktiviteten och förbättra den övergripande kvaliteten i byggprocessen (Azhar, 2011). Genom att samla information i en gemensam digital miljö skapas nya förutsättningar för ett mer integrerat och tätt samarbete mellan aktörer (Azhar, 2011; Bryde et al., 2013).

Trots arbetet mot ett digitaliserat arbetssätt förekommer det motstånd i denna utveckling på grund av byggbranschens fragmenterade struktur och beroende av 2D-handlingar. Detta eftersom pappersritningar i stor utsträckning fortfarande utgör den juridiskt bindande handlingen. Till följd av detta uppstår ofta ett ineffektivt dubbelarbete mellan 3D-modellen och 2D-ritningar (Disney et al., 2024). Denna parallella hantering av båda formaten skapar en rörig informationsmiljö där data riskerar att försvinna eller bli motsägelsefull (Shih, 1996).

Under projekteringsfasen är därav ett strukturerat informationsflöde essentiellt för projektets discipliner. Utmaningarna med ett effektivt och strukturerat informationsflöde förekommer frekvent i form av tekniska och organisatoriska barriärer (Migilinskad et al., 2013; Ren et al., 2018). En påtaglig teknisk barriär är bristen på interoperabilitet mellan mjukvaror. Interoperabilitet definieras som förmågan hos IT-system att kommunicera med varandra, utbyta data och möjliggöra delning av information (Ren et al, 2018). När exempelvis arkitekten och konstruktören använder olika mjukvaror, försvåras datautbyte. Utöver tekniska utmaningar påverkas branschen av traditionell byggkultur och tidspress, vilket skapar ett motstånd mot användning av digitala verktyg och får aktörer att återgå till 2D-ritningar (Disney et al., 2024). När informationsflödet brister på grund av dessa faktorer resulterar det i dyra och tidskrävande ändringsarbeten senare under produktionen (Gallaher et al., 2004).

För att lösa dessa problem testar branschen nya strategier. Ett framstående exempel är konceptet Total BIM, där 3D-modellen fungerar som den juridiskt bindande informationskällan och 2D-ritningar tas bort helt (Disney et al., 2024). Ett annat verktyg är Model Maturity Index (MMI) som skapar ett gemensamt språk för hur modellens informationsflöde ska planeras och utvecklas (Hansen et al., 2022).

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka hur ett digitalt och modellbaserat arbetssätt påverkar kommunikationen och informationsflödet i byggprojektets projekteringsfas, med särskilt fokus på samarbetet mellan arkitekt, konstruktör och projekteringsledare. Vidare syftar studien till att identifiera vilka tekniska och organisatoriska faktorer som orsakar informationsförluster i den digitala samordningen. Följaktligen belysa vilka åtgärder och arbetssätt som krävs för att överkomma dessa hinder och skapa en obruten informationskedja.

1.2 Frågeställning

För att uppfylla studiens övergripande syfte riktar studien för att besvara följande tre frågeställningar:

- Frågeställning 1: Hur påverkar ett modellbaserat arbetssätt kommunikationen och informationsflödet mellan arkitekt, konstruktör och projekteringsledare?
- Frågeställning 2: Vilka tekniska och organisatoriska faktorer orsakar informationsförluster i den digitala samordningen mellan dessa aktörer?
- Frågeställning 3: Vilka åtgärder och arbetssätt krävs för att överbrygga dessa mjukvaru- och kommunikationshinder och skapa en mer obruten informationskedja i projekteringsfasen?

1.3 Avgränsningar

Studien är begränsad till att undersöka byggprocessens projekteringsfas. Även om brister i det digitala informationsflödet ofta ger direkta konsekvenser ute i produktionsfasen. Studiens huvudfokus ligger på det tidiga informationsutbytet och den digitala samordningen innan byggnationen påbörjas.

Vidare har studien avgränsats till att undersöka tre specifika yrkesroller: arkitekt, konstruktör och projekteringsledare. Byggprojekt involverar ofta ett flertal andra aktörer som exempelvis VVS, EL och beställare, men som på grund av områdets bredd har exkluderats.

2 Metod

I detta kapitel beskrivs studiens tillvägagångssätt för insamling av data samt bearbetningen av detta. Studien bygger på en kvalitativ forskning där metodtriangulering har tillämpats genom en kombination av en intervjustudie och en litteraturstudie. Intervjustudien genomfördes som semistrukturerade intervjuer med verksamma respondenter från arkitekt-, konstruktörs- och projektledningssidan. Litteraturstudien genomfördes för att skapa en teoretisk grund och att komplettera det empiriska materialet. Kapitlet presenterar även urvalet av respondenter, genomförande av intervjuer samt bearbetning och analys av det insamlade materialet. Avslutningsvis presenteras litteraturstudiens genomförande, sökstrategier samt det källkritiska tänket.

2.1 Val av metod

Rapporten baseras på två kvalitativa metoder i form av metodtriangulering där triangulering innebär användning av mer än en metod där trovärdighet skapas då social erfarenhet studeras samtidigt som litterärt material (Bryman, 2016). Detta ligger till grund för metodvalet av intervjustudier och litteraturstudier. Litteraturstudier genomfördes för att skapa djupare förståelse kring frågeställningen och dess syfte där intervjustudierna sedan kompletterar.

2.2 Intervjustudie

Intervjustudien innefattade semistrukturerade intervjuer, där en intervjuguide med övergripande frågor användes samtidigt som följdfrågor ställdes för att ge respondenterna möjlighet att utveckla sina svar (Bryman, 2016). Strukturen skapar jämförbarhet mellan intervjuerna samt få mer utvecklade och nyanserade svar.

2.2.1 Ramverk för intervju

Intervjustudien genomfördes med en intervjuguide som utgick från sociala och tekniska aspekter. För att förstå respondenternas erfarenheter ställdes frågor om möjliga friktionspunkter och hur dessa skulle kunna lösas för att öka effektivitet och precision i

respondenternas arbete. Intervjuguiden, som låg till grund för intervjuerna, återfinns i bilaga A.

Varje intervju inleddes med bakgrundsfrågor gällande roll, hur vägen till rollen såg ut samt hur länge respondenten varit i branschen. Syftet med bakgrundsfrågor var att kunna sätta in respondenten i sitt sammanhang (Bryman, 2016).

2.2.2 Val av respondenter

Respondenterna valdes genom ett urval av yrkeskunniga i projekteringsfasen inom byggbranschen. För att avgränsa studien valdes arkitekter och konstruktörer som arbetar i modellbaserade projekt. För att få en övergripande förståelse över samordningen intervjuades en projekteringsledare, för att förstå hur samordningen är organiserad och hur den fungerar i praktiken.

2.2.3 Genomförande av intervju

Intervjuerna genomfördes digitalt, men kunde i vissa fall ske på plats om möjligheten fanns. Intervjuerna varade i cirka 60 minuter och genomfördes med stöd av en intervjuguide, se bilaga A. Samtliga intervjuer spelades in för att möjliggöra en utförlig analys samt för att säkerställa att inga viktiga delar av svaren gick förlorade. Varje intervju spelades in via Teams ljudinspelningsfunktion eller inspelning via telefon

Intervjuguiden som användes var som ett stöd och följdes inte strikt, utan fungerade som en struktur för intervjuerna och underlättade möjligheten för jämförelse mellan respondenterna. Följdfrågor ställdes vid behov för att utveckla och förtydliga respondenternas svar. Samtliga intervjuer följde samma upplägg.

Innan intervjuernas start informerades respondenterna om syftet med intervjun samt att deltagandet var anonymt. Samtycket för inspelning av intervjuer frågades muntligt innan inspelningen startade.

2.2.4 Bearbetning av intervju

Ljudfiler från intervjuerna transkriberades med Chalmers AI-transkriberings verktyg. Analysen av intervjuerna följde Gillmans (2000) systematiska sätt att genomföra en innehållsanalys där det transkriberade materialet lästes igenom för att få en helhetsbild av det empiriska materialet.

Första intervjun som analyserades användes som grund för de preliminära koderna, som i ett senare skede kom att utvecklas. Utifrån de preliminära koderna skapades tre övergripande teman; Kommunikation mellan olika discipliner, Organisation och styrning i modellbaserade projekt samt Digitala verktyg och informationshantering.

Analysen av resterande intervjuer följde samma struktur där kontinuerlig jämförelse gjordes med tidigare koder för att skapa möjlighet för identifiering av likheter och skillnader. Respondenternas svar som motsvarade tidigare koder sorterades in i befintliga medan nya svar resulterade i justering av koder eller tillägg av ny kod.

Den tematiska indelningen baserades på intervjuguiden, se bilaga A, där sociala och tekniska aspekter togs upp men även på mönster i det empiriska materialet. Under analysen identifierades resonemang kring framtida utveckling inom arbetssätt och digitala verktyg, vilket sammanställdes till ett ytterligare tema; Framtid och utveckling.

2.2.5 Presentation av respondenter

Nedan presenteras respondenterna som intervjuades. Respondenterna är anonyma, enbart roll och erfarenhet presenteras.

Respondent	Roll	Grupp	Erfarenhet	Format
K1	Konstruktör Uppdragsledare/handläggande konstruktör	K	10 år	Digitalt

P1	Projekteringsledare	övrigt	31 år	Digitalt
A1	Arkitekt	A	8 år	Plats
B1	Byggingenjör på arkitektkontor	övrigt	7,5 år	Plats

2.3 Litteraturstudie

Litteraturstudien genomfördes för att skapa en teoretisk grund och fördjupad förståelse kring de begrepp, processer och arbetssätt som innefattar studiens frågeställning. Litteraturstudien har fungerat som ett komplement till intervjustudien och användes för att kunna sätta det empiriska resultatet i ett större sammanhang.

En systematisk litteraturgenomgång har genomförts i syfte att identifiera och sammanställa relevant forskning inom området (Bryman, 2016). Den insamlade litteraturen består av vetenskapliga artiklar och publikationer som bedömts vara relevanta utifrån studiens syfte och frågeställningar.

2.3.1 Databaser och sökverktyg

Litteratursökningen har huvudsakligen genomförts via sökmotorn, Google Scholar, vilket användes som ett verktyg för att identifiera vetenskapliga publikationer inom det aktuella området (Google, u.å.). För att ytterligare bredda urvalet av relevanta källor har även referenslistor från centrala artiklar granskats. Genom denna metod, så kallad "snowballing", har ytterligare relevanta källor identifierats (University of Cambridge, u.å.).

2.3.2 Sökord och sökstrategi

Litteratursökningen har genomförts med både breda och mer specifika sökord för att få fram flera aspekter av ämnet. Inledande användes ett brett urval av söktermer som därefter successivt avgränsades till mer centrala begrepp. Sökningen genomfördes både med svenska och engelska

sökord, för att säkerställa ett brett urval av vetenskaplig litteratur. De huvudsakliga sökorden som använts i litteratursökningen är:

- BIM
- Digitala arbetssätt
- Interoperabilitet
- Projektledning
- Ritningsbaserade arbetssätt
- Samordning
- Total BIM
- 2D-ritningar

Kombinationen av dessa sökord användes för att identifiera litteratur som behandlade digitalisering, samordning och informationshantering inom byggbranschen.

2.3.3 Urval och avgränsningar

Urvalet av referenser håller sig till vetenskapliga artiklar om BIM, projektering och samordning. Eftersom digitaliseringen är ett relativt nytt område inom byggbranschen har moderna vetenskapliga artiklar främst studerats. För att förstå den historiska kontexten har även äldre källor studerats.

Urvalet av litteratur har begränsats till vetenskapliga artiklar och publikationer inom områden såsom BIM, projektering och samordning i modellbaserade projekt. Fokus har lagts på studier som behandlar digitala arbetssätt och informationshantering i moderna projekteringsprocesser.

2.3.4 Källkritik och trovärdighet

För att säkerhetsställa vetenskaplig kvalitet har litteraturen i första hand hämtats från Google Scholar, där publicerade vetenskapliga artiklar och publikationer återfinns (Google, u.å.). Urvalet har kompletterats genom granskning av referenslistor i centrala artiklar, vilket i sin tur har bidragit till fler etablerade forskningsbidrag inom området.

Den insamlade litteraturen har valts ut baserat på relevans för studiens syfte samt genom jämförelse mellan flera källor för att säkerställa en rimlig grad av struktur i dess resultat och slutsats. Endast vetenskapligt granskade publikationer har prioriterats i den mån det var möjligt.

3 Litteraturstudie

I detta kapitel presenteras tidigare forskning gällande digitaliseringens påverkan på byggbranschen. Fokus ligger på att belysa byggbranschens kommunikationsvägar och informationsflöde, samt om de tekniska och organisatoriska utmaningarna som uppstår vid skiftet från traditionella till modellbaserat arbetssätt.

3.1 BIM och Digitaliseringen i byggbranschen

Building Information Modeling (BIM) driver en grundläggande förändring av hur byggbranschen delar och hanterar information (Ren et al., 2018). Istället för att enbart framställa traditionella 2D-ritningar innebär BIM att en exakt virtuell modell av byggnaden konstrueras digitalt. Modellen innehåller både geometri och relevant data som behövs för att stödja design, upphandling och produktion (Azhar, 2011). Denna datamängd innebär att BIM sträcker sig förbi traditionella 3D-geometri. Enligt Bryde et al. (2013) har BIM en multidimensionell kapacitet som gör det möjligt att addera ett obegränsat antal dimensioner av information till modellen. Denna typ av modellering kallas för nD-modellering. Under de senaste åren har det skett en utveckling där den traditionella 3D-modellen utökats för att rymma mer bygginformation, som fjärde (4D) och femte (5D) dimensioner (Migilinskas et al., 2013). Utöver 3D-geometrin kan modellen därmed integrera data för tidsplanering (4D) och kostnadskalkyler (5D) direkt i modellens objekt (Bryde et al., 2013). Genom att samla all denna data fungerar BIM som en gemensam informationskälla för alla inblandade. Det är ett arbetssätt som möjliggör bättre integration, samarbete och samordning av projektinformation under byggnadens hela livslängd (Bryde et al., 2013).

Byggsektorn beskrivs som en industri med stora utmaningar gällande digital mognad. Enligt Disney et al. (2024) uppstår ett brott i informationsflödet när projekt går från design till produktion. Detta är på grund av att byggbranschen fortfarande förlitar sig på traditionella 2D-handlingar som den primära informationsbäraren på byggplatsen. Anledningarna till detta är kopplat till frågorna kring BIM-modellens juridiska status, kostnader samt tekniska och organisatoriska utmaningar. Dessa osäkerheter gör att den digitala modellen ofta förlorar sin roll som central informationskälla när den når byggplatsen. Istället för att utnyttja modellens

fulla potential, stannar informationen i ett statiskt ritningsformat, vilket senare leder till att en betydande mängd objektdata och information utelämnas (Disney et al. 2024).

Vidare finns det andra svårigheter med att hålla ett oavbrutet digitalt flöde genom hela byggprocessen. Det kan förklaras av hur byggbranschen är strukturellt uppbyggd. Enligt Azhar (2011) präglas byggbranschen av fragmentering, vilket innebär att olika yrkesgrupper ofta arbetar isolerat från varandra. Detta skapar en miljö där information riskerar att gå förlorad i övergången mellan olika skeden men också mellan olika aktörer.

3.2 Ritningsbaserat arbetssätt i byggprocess

Det traditionella arbetssättet inom byggbranschen bygger i stor utsträckning på en linjär process där information förmedlas via 2D-ritningar. Dessa ritningar utgör sedan den juridiska och tekniska basen för ett projekts genomförande (Disney et al. 2024; Czmoach & Pełkala, 2014). Traditionellt skapas pappersritningar genom att man tar olika vyer och sektioner i en 3D-modell och exporterar dessa till ett 2D-format. Enligt Disney et al. (2024) och Davies & Harty (2013) ligger problematiken i exporten inom pappersritningens fysiska begränsning och det manuella arbete som krävs. Den fysiska begränsningen innefattar hur mycket information som får plats innan det blir oläsligt. På grund av detta följs inte all objektdata med samt att kompletterande ritningar kan behövas skapas (Czmoach & Pełkala, 2014). Vidare konstaterar Koseoglu och Nurtan-Gunes (2018) att användning av 2D-ritningar tvingar branschen att hantera stora mängder pappersarbete i fält, vilket försvårar kontrollen av att rätt revidering används vid rätt tillfälle.

3.3 Hinder och utmaningar med BIM-implementering

Som framgår av tidigare avsnitt, utgör byggbranschens struktur och det fortsatta beroendet av 2D-ritningar, en invecklad miljö för digitaliseringen inom produktionen (Disney et al., 2024). Övergången till ett fullskaligt digitalt arbetssätt handlar sällan enbart om att införa nya mjukvaror, utan kräver snarare förändringar i byggbranschens inarbetade rutiner och samarbetsformer (Migilinskas et al., 2013). Enligt Azhar (2011) beror svårigheterna med att implementera BIM i hög grad på en kombination av tekniska och administrativa utmaningar.

Problematiken uppstår ofta när nya digitala verktyg ska integreras i en redan fragmenterad struktur (Bryde et al., 2013). Detta skapar friktionspunkter som riskerar att leda till ineffektivitet och avbrott i informationsflödet. För att tydliggöra denna problematik kommer dessa utmaningar att undersökas närmare i de följande avsnitt.

3.3.1 Mixed-mode (Parallelhantering)

I dagens byggprocess är det sällan enbart 2D-ritningar som används, utan en kombination av digital modellering och 2D-ritningar. Byggprocesser som kombinerar digital modellering och 2D-ritningar skapar parallella informationsflöden, ett tillstånd som ofta beskrivs som “mixed-mode” (Disney et al., 2024). Som tidigare nämnts, beror detta i stor utsträckning på den juridiska osäkerheten kring 3D-modeller. Detta, eftersom BIM-modeller sällan får samma lagliga status som vanliga 2D-ritningar i kontraktshandlingarna.

Problematiken med detta arbetssätt är att projektets aktörer tvingas förlita sig på två eller flera informationskällor samtidigt. Olika informationskällor måste ständigt kontrolleras och uppdateras manuellt för att inte motsäga varandra (Disney et al., 2024). Dubbelhanteringen resulterar i en ineffektiv process, där risken ökar att information i 3D-modellen och på 2D-ritningarna slutar överensstämma (Shih, 1996). Disney et al. (2024) påpekar att denna ineffektivitet dessutom leder till att aktörer tappar förtroendet för modellen som en trovärdig informationskälla. Vidare belyser Koseoglu och Nurtan-Gunes (2018) att denna fortsatta användning av manuella processer och pappersarbete på byggsplatsen, hindrar branschen från att realisera BIM-tekniken till dess fulla potential.

3.3.2 Manuell samordning och tolkningsfel

Utöver problem med dubbelhantering medför 2D-ritningar utmaningar vid granskning av komplexa designlösningar. Information i 2D-projekt är ofta fördelade i flera separata handlingar. Denna uppdelning tvingar projektören att manuellt verifiera geometri och höjdplaceringar genom att jämföra vyer, plan och sektioner mot varandra (Czmoch & Pełkala, 2014). Projektets tekniska kvalitet blir därmed beroende av projektörens individuella förmåga att identifiera krockar. Osäkerheterna i den manuella granskningen resulterar i ökad risk för

felaktigheter (Shih, 1996). Följaktligen blir dessa fel oftast inte upptäckta fram tills produktionsfasen och kan ge upphov till kostsamma ändringsarbeten (Gallaher et al., 2004; Azhar, 2011).

3.3.3 Informationsbarriärer/interoperabilitet

Interoperabilitet definieras som förmågan hos IT-system att utbyta data och möjliggöra delning av information (Ren et al., 2018). Traditionellt har information delats genom filformat som PDF:er eller DWG:er. Problemet med dessa format är att de enbart överför platt geometri och streck. Detta orsakar ett mer ingående objektinformation kan förloras, då underlaget flyttas från en mjukvara till en annan (Ren et al., 2018). Även när 3D-modeller används försvåras datautbytet av att byggbranschen saknar gemensamma datastandarder (Ljung & Tallgren, 2024). Denna bristande interoperabilitet resulterar i att information isoleras och skapar så kallade "informationsöar". Till följd av detta begränsas möjligheten till samarbete mellan disciplinerna (Disney et al., 2022; Bryde et al., 2013). Istället tvingas aktörerna ofta till manuell dubbelinmatning av information som ökar risken för att data kan gå förlorad (Gallaher, et al., 2004).

För att lösa dessa tekniska barriärer använder byggbranschen ofta det öppna filformatet IFC (Industry Foundation Classes). Idag är IFC-formatet det mest använda filformatet för att visa bygginformation och påskynda informationsutbytet mellan olika mjukvaror (Ren et al., 2018). Filformatet är skapat för att kunna överföra fullständig bygginformation mellan aktörer utan att information förloras (Gallaher et al., 2004). Användningen av IFC har visat sig bidra till ökad interoperabilitet i helt modellbaserade projekt (Disney et al., 2024). Samtidigt finns det fortfarande tekniska utmaningar med informationsöverföringen via IFC. Problematiken grundar sig i att mjukvaror och dess informationshantering ofta är specifika inom sin disciplin (Ljung & Tallgren, 2024). Exempelvis kan arkitektens mjukvara vara uppbyggd kring parametrar för geometri, medan konstruktörens mjukvara är uppbyggd kring laster, krafter och material (Ren et al., 2018). Denna krock i hur information struktureras gör att programmen ofta har svårt att översätta varandras data fullt ut. Följden när en modell flyttas mellan olika system är att information riskerar att bli förlorad eller ospårbar (Ren et al., 2018; Migilinskas et al., 2013). Ljung & Tallgren belyser att även standardisering av arbetsmetoder och

klassificeringssystem behövs för att uppnå fungerande interoperabilitet. De nämner exempelvis användningen av BSAB och CoClass som lösning i Sverige.

3.3.4 Mänskliga och organisatoriska faktorer

Utöver de tekniska barriärerna utgör mänskliga och organisatoriska faktorer ett hinder för ett digitalt arbetssätt. Forskning visar att ett av de främsta hindren är en konservativ inställning och bristande stöd från ledningar (Migilinskas et al., 2013). Eftersom det ofta saknas kompetens och resurser betraktas digitaliseringen ibland som en extra arbetsbörda och en initial kostnad, snarare än ett långsiktigt värdeskapande (Azhar, 2011; Aibinu & Papadonikolaki, 2020). Utöver resursbristen bidrar traditionella avtalsformer till en miljö där aktörer tenderar att prioritera sina egna intressen framför projektets gemensamma mål (Migilinskas et al., 2013). Vidare har även användningen av BIM en brant inlärningskurva (Azhar, 2011).

Ute i produktion uppstår även ytterligare utmaningar i form av traditionell byggkultur. Byggarbetare och platsledning är traditionellt vana vid att arbeta med fysiska pappersritningar. Införandet av digitala verktyg skapar därmed ofta osäkerhet och motstånd när det gäller förändring (Davies & Harty, 2013). Disney et al. (2024) säger även att hög arbetsbelastning och tidspress tenderar göra att anställda vill återgå till sina trygga och traditionella arbetssätt med 2D-ritningar. För att bryta dessa mönster och lyckas att implementera digitala verktyg behövs vissa kriterier uppfyllas. Det krävs ett starkt ledarskap, tydliga kravställningar samt kontinuerlig utbildning och teknisk support ute på byggsplatsen (Disney et al., 2024; Davies & Harty, 2013).

3.4 Utmaningar och konsekvenser

De tekniska och organisatoriska utmaningarna i byggprocessen resulterar i en rad olika konsekvenser, till exempel tidsförluster. Gallaher et al. (2004) belyser att en avsevärd del av arbetstiden går åt till att manuellt leta och validera data, istället för att ägna sig åt värdeskapande design. Samtidigt är själva framtagningen av traditionella 2D-ritningar en tidskrävande process. Enligt studier kan det ta upp emot 41% av den totala arbetstiden under projekteringen till att skapa 2D-ritningar (Aibinu & Papadonikolaki, 2020).

En ytterligare utmaning med arbete av 2D-ritningar är att kunna tolka dem. På traditionella ritningar är det ofta svårt att bearbeta och tolka informationen som förmedlas. Läsaren måste själv försöka visualisera hur det kommer se ut i 3D. Detta är både komplext och riskabelt (Shih, 1996). Denna otydlighet skapar osäkerheter som lätt kan leda till brister och fel i byggnationer. När sådana felaktigheter först upptäcks ute i produktionen krävs ofta dyra och tidskrävande ändringsarbeten. Konsekvenserna blir direkta kostnadsökningar, förseningar och överflödigt materialspill (Gallaher et al., 2004).

3.5 Modellbaserad arbetssätt som lösning

Modellbaserat arbetssätt har framkommit som en motreaktion till byggbranschens fragmentering och ineffektiviteter som uppstår vid 2D-projektering (Azhar, 2011). Ett skiftat fokus från separata ritningar till en sammanhållen digital miljö har möjliggjort ett mer integrerat samarbete. Ett samarbete där information är tillgänglig för alla parter i realtid (Koseoglu & Nurtan-Gunes, 2018; Migilinskas et al., 2013). Arbetssättet syftar på att eliminera de informationsförluster och tidsförluster som historiskt sett uppstått vid 2D-projektering (Gallaher et al., 2004).

3.5.1 Digital samordning och granskning

Genom att implementera en modellbaserad granskningsprocess kan projektets tekniska lösningar kontrolleras systematiskt i en virtuell miljö. Det centrala i modellbaserade projekt är den gemensamma samordningsmodellen mellan de olika disciplinerna. I den digitala miljön kan geometriska konflikter identifieras genom automatiserade krockkontroller (Azhar, 2011). Genom upptäckter av krockar mellan objekt i projekteringen, minimeras behovet av kostsamma ändringsarbeten under produktionen (Bryde et al., 2013; Koseoglu & Nurtan-Gunes, 2018). Den digitala granskningen innebär att fokus skiftar från kontroll av enskilda ritningar till en och samma modell. Den gemensamma modellen samlar all data från alla projektets discipliner. Enligt Migilinskas et al. (2013) skapas det därmed en sökbar och tillförlitlig informationskälla för alla aktörer.

3.5.2 Total BIM och Site BIM

Att implementera BIM har bevisats i många studier att erbjuda stora fördelar i projekteringsfasen (Czmoch & Pełkala, 2014; Davies & Harty, 2013; Azhar, 2011; Bryde et al., 2013). Men som tidigare nämnt har användningen varit begränsad ute i produktionen, där pappersritningar ofta dominerar arbetet (Davies & Harty, 2013). För att överkomma detta glapp har konceptet "Site BIM" (eller Mobil BIM) vuxit fram. Detta arbetssätt innebär att den digitala modellen och dess information flyttas ut till byggarbetsplatsen genom användning av surfplattor. Detta möjliggör att yrkesarbetare och platschefen kan hämta uppdaterad information direkt i fält, vilket minskar beroendet av pappersritningar (Davies & Harty, 2013). Vidare konstaterar Koseoglu och Nurtan-Gunes (2018) att införandet av mobila BIM-verktyg, avsevärt förbättrar informationshanteringen ute på bygget. Detta eftersom uppdateringar och design förändringar från kontoret levereras ut till produktionen på endast några minuter.

För att ta denna digitalisering ett steg längre och fullt ut eliminera de ineffektiva parallella processerna mellan 3D- och 2D-ritningar, har konceptet Total BIM introducerats. Total BIM är ett arbetssätt som förlitar sig helt på digitala processer och där inga traditionella pappersritningar produceras i något av projektets skeden (Disney, et al., 2024). Detta innebär att 3D-modellen utgör den enda och sanna informationskällan i ett projekt. I ett Total BIM-projekt blir 3D-modellen därmed det juridiskt bindande dokumentet för konstruktionen. Genom att utesluta 2D-ritningar helt, försvinner även de "informationsöar" som traditionellt brukar uppstå (Disney et al., 2024).

3.5.3 Celsius

Ett exempel på konceptet Total BIM, där det har tillämpats i praktiken, är projektet Celsius. I detta projekt uteslöts traditionella 2D-ritningar helt från produktionsfasen (Disney, et al., 2024). Istället utgjorde den digitala 3D-modellen den enda informationsbäraren samt den juridiskt bindande bygghandlingen (Disney, et al., 2024). Genom att utesluta pappersritningar helt och hållet, tvingades samtliga aktörer att anpassa sig till ett helt digitalt och modellbaserat arbetssätt ute på byggsplatsen (Disney, et al., 2024).

För att möjliggöra detta försågs arbetarna ute i produktion med bärbara enheter som surfplattor och mobiltelefoner. Projektet använde sig av programvaran StreamBIM för att kunna navigera direkt i modellen, hämta exakta mått och rapportera in avvikelser (Disney, et al., 2024). Denna transparens och direkta tillgång till uppdaterad information eliminerade problem som informationsöar (Disney et al., 2024). Utöver att eliminera behovet av 2D-ritningar visade Celsius-projektet även på stora fördelar gällande resurs- och materialhantering. Genom att använda den detaljerade 3D-modellen för tidiga och exakta mängdberäkningar, skapades förutsättningar för en betydligt bättre planering. Denna framförhållning effektiviserade logistiken så pass mycket att antalet leveranser till byggplatsen minskade med hela 80 procent jämfört med liknande projekt inom samma område (Disney et al., 2024).

Trots att implementeringen av Total BIM initialt innebar högre projekteringskostnader och krävde aktiv utbildning, blev resultaten mycket framgångsrika (Disney, et al., 2024). Den högkvalitativa modellen och det oavbrutna informationsflödet minskade antalet ändringsarbeten och materialspill. Detta gjorde följaktligen att projektet färdigställdes två månader före tidsplanen och under den ursprungliga budgeten (Disney, et al., 2024). Dessutom visade utvärderingar efter projektets avslut att yrkesarbetarna var mycket positiva till det digitala arbetssättet. Detta bekräftar vidare att en helt ritningslös byggprocess är praktiskt genomförbar och skapar en starkare samordning mellan projektets alla parter (Disney et al., 2024).

3.6 Informationshantering och gemensamma plattformar

För att ett modellbaserat arbetssätt ska fungera fullt ut och för att visionen om Total BIM ska kunna realiseras, krävs interoperabilitet. Det innebär att de tekniska systemen ska kunna kommunicera med varandra. Detta uppnås genom ett gemensamt digitalt språk och en centraliserad miljö för informationshantering.

3.6.1 Informationsnivåer och mognadsgrad

När man ska avgöra hur detaljerad och pålitlig informationen i modell är, används ofta begreppet Level of Development (LOD). LOD anger hur detaljerad modellen är gällande exempelvis geometrier, mängder och egenskaper (Aibinu & Papadonikolaki, 2020). En begränsning med LOD är att det enbart beskriver mognaden på enskilda objekt. Det gör att fokuset ofta hamnar på att detaljera specifika byggdelar än att skapa bra informationsflöde i hela designprocessen (Hansen et al., 2022). En lösning som utvecklades på grund av detta är Model Maturity Index (MMI). Till skillnad från LOD beskriver MMI mognadsgraden för hela BIM-modellen (Hansen et al., 2022). MMI fungerar därmed som ett gemensamt språk för att bättre kunna planera, kommunicera hur modellens samlade information ska utvecklas genom projektets olika skeden (Hansen et al., 2022).

3.6.2 Standardiserad klassificering (ISO/IEC-81346)

Kommunikationsproblem och bristande interoperabilitet beror ofta på att det saknas en gemensam standard för att strukturera datan (Ljung & Tallgren, 2024). Eftersom byggbranschen har blivit mer specialiserad och fragmenterad skapas det ofta silos mellan discipliner. Detta gör att aktörer blir mer benägna att använda oförenliga system och filformat (Ljung & Tallgren, 2024). För att lösa detta behövs ett gemensamt klassificeringssystem för att sortera och namnge information i ett projekt. Standarden ISO/IEC 81346, som det svenska CoClass-systemet bygger på, ger projektets parter ett tydligt sätt att klassificera byggdelar på (Ljung & Tallgren, 2024). Med en standardiserad kodning blir informationen intakt när den flyttas mellan olika mjukvaror. Detta förbättrar i sin tur dataöverföringen och kommunikationen genom hela projektet (Ljung & Tallgren, 2024).

3.6.3 Common Data Environment (CDE)

För att öka samordningen och minska de kommunikationsbrister som traditionellt uppstår implementeras det ofta molnbaserade plattformar, en så kallad Common Data Environment (CDE) (Aibinu & Papadonikolaki, 2020). Genom att hantera projekt via en gemensam molnplattform resulterar det i att kommunikation över spridda och långa mejltrådar minskas. Istället knyts kommunikationen direkt till den digitala 3D-modellen, vilket gör det möjligt att

hantera frågeställningar, avvikelser och beslut som är direkt kopplade till enskilda byggdelar (Disney et al., 2024). Denna molnbaserade samordning skapar en mer oavbruten informationskedja, där alla aktörer har kontinuerlig tillgång till uppdaterad data. Detta gör projekt mer transparenta och minimerar risken för att information går förlorad (Koseoglu & Nurtan-Gunes, 2018; Disney et al., 2024).

4 Intervjustudie

I detta kapitel presenteras resultatet från intervjustudien, där respondenternas tankar kring samordningen i modellbaserade projekt lyfts fram. Resultatet är uppdelat i fyra övergripande teman utifrån det som identifieras från intervjuerna och litteraturstudien.

4.1 Kommunikation mellan olika discipliner

I avsnittet presenteras respondenternas beskrivningar angående olika faktorer som påverkar samordningen i modellbaserade projekt. Från respondenternas beskrivningar framkom att kommunikationsformer som mejl och Teams användes frekvent i disciplinernas dagliga arbete. Både för- och nackdelar för de olika kommunikationsformerna lyftes fram i intervjuerna. Vidare visade resultaten att erfarenhet, tidig involvering och gemensamma mål hade betydelse för hur samarbetet mellan disciplinerna fungerade.

4.1.1 Kommunikationsformer och spårbarhet

Respondenternas beskrivningar över kommunikationen var överlag likartade. Alla respondenter använde sig av mejl där de beskrev att mejlkonversationer ibland kunde upplevas som problematiskt. Respondent K1 lyfte att kommunikation via mejl kunde bli långdraget där mejltrådar kunde bli långa, vilket ledde till att informationen kunde gå förlorad men även att mottagare missades och på så sätt inte får mejlet alls.

Teams var något som ofta användes av respondenterna, vilket sågs som ett mer effektivt sätt att kommunicera. En av respondenterna berättade "... att kunna bara skicka iväg snabba frågor underlättar väldigt mycket.". Teams uppfattades inte bara som ett sätt att kunna kommunicera effektivt utan även ett sätt att skapa en mer avslappnad stämning. Respondenten A1 förklarade att på så sätt kunde man komma närmare sina arbetskolligor och skapa en vänskaplig relation utanför arbetet, men samtidigt komma fram till vad som behövdes göras.

Även fast Teams var ett effektivt och avslappnat kommunikationsverktyg menade vissa respondenter på att spårbarheten försämrades. Respondenten A1 förklarade att det är mer komplicerat att gå tillbaka till äldre frågor och diskussioner i Teams. Detta i jämförelse med

exempelvis projekteringsmöten, där möten dokumenteras av en sekreterare eller antecknas av individen själv.

4.1.2 Relationer och ömsesidig förståelse

Respondenterna från både A- och K-grupperna upplevde att det fanns ömsesidig förståelse mellan disciplinerna och att samarbetet ansågs som generellt positivt. Respondent A1 beskrev att samarbetet mellan A och K upplevdes vara ett av de mest utvecklade inom branschen.

Trots det positiva samarbetet beskrev K1 att ju mer erfarenhet motparten hade desto mer ökade förståelsen för disciplinernas olika målsättningar. Vidare lyfte K1 att när gemensamma mål etablerades i tidiga skeden stärktes samarbetet mellan disciplinerna.

Även P1 beskrev liknande erfarenheter. Respondenten menade att när A och K involverades tidigt i projekt och studerade detaljerna gemensamt, kunde arbetet struktureras mer effektivt, vilket i sin tur förbättrade samordningen.

4.2 Organisation och styrning i modellbaserade projekt

Resultaten visade att organisation och styrning i modellbaserade projekt hade stor påverkan på hur samordningen mellan disciplinerna fungerar. Resultatet visade på att samordningen inte enbart påverkas av kommunikationen mellan disciplinerna, utan även samspelet mellan projektledning och beställare samt deras krav och förutsättningar.

Respondenterna förklarade att projektledningen hade en avgörande roll i att strukturera arbetet och skapa förutsättningar för samordningen i projekt. Samtidigt som BIM-samordnaren bidrog med teknisk kontroll genom exempelvis granskning och kollisionstester. Vidare framkom det att beställaren har en betydande påverkan när det gäller de ekonomiska ramarna. Detta genom valet av digitala verktyg och andra övergripande krav, som materialval och tekniska lösningar.

Sammanfattningsvis visar resultatet att samordningen i modellbaserade projekt är starkt beroende av tydlig styrning och tidig samverkan mellan disciplinerna. Om strukturen var bristfällig eller kraven var otydliga kunde det leda till ineffektivitet och ökad arbetsbelastning.

4.2.1 Projektledningens och BIM-samordnarens roll

Projektledaren hade en betydande påverkan på hur samordningen strukturerades i projekt. Respondenterna hade liknande argument där de beskrev att en projektledning med erfarenhet kunde lättare styra upp samordningen, vilket ökade effektiviteten och kommunikationen mellan disciplinerna. Samtidigt framkom det att projektledningens arbetssätt varierar mellan olika projekt.

Möten på plats upplevdes som viktiga av flera respondenter. Respondent B1 beskrev att arbetsmöten möjliggjorde kontinuerlig dialog där viktiga frågor kunde lyftas fram löpande, vilket P1 också nämnde i sin intervju. P1 beskrev samtidigt att rollen som projekteringsledare innebar ett stort ansvar och ledde till en hög arbetsbelastning. Respondenten förklarade att arbetet ofta är ensamt och att det finns begränsad möjlighet till avlastning, exempelvis även vid sjukdom.

För att underlätta samordningen vid identifiering av problem och kollisioner förklarade respondenterna att det oftast fanns en BIM-samordnare som tog sig an dessa arbetsuppgifter. Respondent B1 förklarade att BIM-samordnaren genomförde kollisionstester och återkopplade om identifierade problem till projektörerna för vidare åtgärder.

4.2.2 Beställarens krav, kunskap och påverkan

Beställaren hade en avgörande roll i hur projektets arbetssätt och samordning var utformat. Respondenterna beskrev att projektets struktur och arbetsmetoder i stor utsträckning påverkades av beställarens krav, kunskap och förutsättningar. De beskrev vidare att dessa faktorer hos beställaren kan skilja sig mellan olika projekt.

En faktor som lyfts fram är vikten av tydlighet från beställaren i ett tidigt skede. B1 belyser exempelvis att det är viktigt med tydliga riktlinjer och manualer från start, vilket underlättar projektets genomförande. Samtidigt upplevs det att kvaliteten på beställare varierar, vilket kan få en direkt påverkan på arbetsprocessen.

När det gäller digitala verktyg beskrev K1 att det ofta är beställaren som tillhandahåller licenserna för programvaror. K1 menar att detta möjliggör att disciplinerna kan arbeta mot gemensamma system i projektet, och bidra till en mer enhetlig arbetsmiljö. Vidare påpekade P1 att vissa beställare inte alltid har full insikt i de digitala arbetsprocesserna. P1 menade att beställarens ovisshet av de digitala processerna kan istället leda till att projektörer arbetar i olika programvaror, vilket i sin tur skapade utmaningar kopplade till filformat och samordning.

Beställarens ekonomiska ramar hade även en betydande påverkan på projektets digitala arbetssätt. A1 beskrev att valet av programvara kunde styras av kostnaden, där det billigare alternativet prioriterades. Både K1 och P1 lyfte att budgeten för 3D-modellering i vissa fall var begränsad, vilket ledde till att projekten återgick till traditionella arbetssätt såsom 2D-ritningar. Detta påverkade möjligheten att arbeta med mer avancerade tekniska lösningar.

Slutligen framkom även att tidskrav från beställaren hade stor påverkan på projektets genomförande. A1 beskrev att hårda tidsramar skapade en hög arbetsbelastning och stress inom projekteringen, vilket respondenten beskrev som "... branschens största hot".

4.3 Digitala verktyg och informationshantering

Digitala verktyg och informationshantering var en stor del av arbetsprocessen i byggbranschen. Delar som påverkades var hur informationen delades och bearbetades samt hur disciplinerna fick tillgång till data. Resultatet visade att digitaliseringen i huvudsak upplevdes som positiv och bidrog till effektiva arbetsflöden, särskilt genom användning av molnbaserade samarbetsplattformar och 3D-modellering.

Samtidigt framkom det att digitala verktyg även kunde medföra utmaningar i det praktiska arbetet. Dessa utmaningar var kopplade till olika mjukvaror, informationsförlust vid

filkonvertering samt tekniska begränsningar i plattformen. Avsnittet belyser både de möjligheter och de friktioner som uppstår vid användandet av digitala verktyg.

4.3.1 Fördelar med Total BIM och molnplattformar

Respondenterna upplevde överlag att digitaliseringen inom byggbranschen hade en positiv påverkan på arbetsprocessen. Särskilt molnbaserade plattformar lyftes fram som fördelaktiga då de möjliggjorde uppdateringar i realtid, vilket upplevdes bidra till ett mer effektivt arbetssätt. K1 beskrev även att molnbaserade plattformarna skapade bättre ordning i projekten samt gav en tydligare överblick över modellen.

Flera respondenter lyfte fram fördelarna med att arbeta med Total BIM. B1 beskrev att arbetssättet hade underlättat arbetsprocessen eftersom projektet blev tydligare att visualisera genom 3D-modellering. Respondenterna upplevde att 3D-modellering gav bättre förutsättningar för att samla information i en gemensam modell, vilket gjorde det lättare att förstå hur olika förändringar kunde påverka projekt som helhet.

4.3.2 Utmaningar med olika mjukvaror och traditionella arbetssätt

En av de större utmaningarna som respondenterna beskrev var att olika discipliner i vissa projekt ibland arbetade i olika mjukvaror. P1 gav ett exempel där A arbetade i Archicad medan K arbetade i Revit, vilket skapade svårigheter med informationsutbytet mellan parterna. K1 poängterade att när samtliga aktörer arbetade i samma mjukvara blev informationsflödet mer sammanhållet och komplett. Även A1 beskrev att användningen av olika programvaror ledde till att A behöver hantera flera olika ritningsunderlag, vilket i sin tur ökade arbetsinsatsen inom ritningshanteringen.

Utöver utmaningarna kopplade till mjukvaror lyfte respondenterna att traditionella arbetssätt fortfarande är starkt rotade i branschen. B1 förklarade att det ritningsbaserade arbetssättet, med "svarta streck", är fortfarande djupt förankrat i projekteringen. På liknande sätt förklarade P1

att detaljer och ritningsunderlag fortfarande används som referens. Detta för att förstå och säkerställa utformning, då de ofta innehåller mått och förklaringar som kompletterar modellen.

4.3.3 Tekniska begränsningar och problem

När respondenterna arbetade i projekt där olika mjukvaror användes krävdes konvertering av modell till IFC-format. Detta för att möjliggöra samarbete mellan disciplinerna. Respondenterna lyfte fram flera utmaningar kopplade till denna konvertering. En återkommande problematik var att IFC-filerna inte alltid bevarade all information, då formatet i större utsträckning var geometribaserat. B1 beskrev att materialegenskaper från till exempel Revit i vissa fall kunde bli transparenta eller att geometrier förändrades vid konvertering.

Respondenterna beskrev även utmaningar kopplade till portalbaserade samarbetsplattformar där modeller laddas upp och delas mellan aktörer. A1 förklarade att exporten till IFC-format tog tid på grund av uppladdningstiden och att filerna behövdes granskas för att säkerställa att informationen var korrekt. Vidare uppgavs att uppladdningarna kunde ske veckovis, vilket innebar en fördröjning i arbetsflödet och att flera ändringar behövdes hanteras samtidigt vid nästa uppladdning. K1 lyfte dessutom vikten av att kontinuerligt säkerställa att arbetet skedde mot rätt modellversion, vilket upplevdes bidra till en ineffektiv arbetsprocess.

Utöver detta framkom även tekniska begränsningar kopplade till molnbaserade plattformar. B1 beskrev att modeller i vissa fall blev så omfattande att programvaran inte klarade av att hantera belastningen, vilket kunde leda till att systemet kraschade. I ett fall resulterade detta i att modellen inte längre var tillgänglig, vilket påverkade tillgängligheten för aktörer i projekteringen men även aktörer på byggarbetsplatsen.

4.4 Framtid och utveckling

Framtid och utveckling var ett återkommande tema i respondenternas beskrivningar av modellbaserade projekt. Respondenterna upplevde att digitaliseringen inom byggbranschen fortfarande befann sig i en utvecklingsfas där både arbetssätt och digitala verktyg successivt förändras. Detta avsnitt behandlar därav respondenternas tankar kring framtida arbetssätt,

utveckling av digitala modeller samt möjliga förbättringar inom samordning och informationshantering.

4.4.1 Dynamiska och detaljrika modeller

Respondent P1 beskrev flera möjliga utvecklingsområden för framtidens modellbaserade arbetssätt. En vision som lyftes fram var att modeller i framtiden inte enbart kommer att representera själva byggnaden, utan även inkludera produktionsrelaterad information som logistik, vägar och ställningar. P1 beskrev att projekteringen kommer i större utsträckning komma att omfatta hela produktionsprocessen runt byggnaden och inte enbart den färdiga konstruktionen.

Vidare beskrev P1 att framtidens modeller förväntades bli mer dynamiska och innehålla större informationsmängder. Respondenten menade att IFC-formatet möjliggjorde en mer multidimensionell informationsmiljö i jämförelse med de ritningsbaserade arbetssättet. Enligt P1 öppnade detta upp nya möjligheter för att kommunicera och hantera flera typer av information i samma modell.

Även utvecklingen kring AI lyftes fram som en möjlig framtida del av projekteringsprocessen. P1 beskrev att AI och datadrivna modeller i framtiden skulle kunna användas för att generera objekt och modellinformation automatiskt utifrån olika IFC-filer och datamängder.

Slutligen beskrev P1 att framtidens modeller sannolikt kommer innehålla mer detaljerad information än i dagens modeller. Detta upplevs kunna bidra till förbättrad kommunikation och effektivare informationshantering mellan projektets olika discipliner.

4.4.2 Tidig samordning och förbättrade arbetssätt

Respondenterna beskrev vikten av att samordningen etablerades i ett tidigt skede. B1 förklarade att samarbetet underlättades när konstruktören själva modellerade eller tydligt beskrev sina lösningar. Detta i jämförelse med tidigare projekt där projekteringen av A i större utsträckning behövde tolka K ritningar. Respondenten upplevde att tidigt samarbete i projektet bidrog till

en mer effektiv samordningsprocess mellan disciplinerna genom hela projekteringsfasens livscykel.

Även P1 lyfte betydelsen av tidig involvering och beskrev att projekt där redan A deltog i systemhandlingsskedet skapade bättre struktur i projekteringen. P1 förklarade att detaljer granskades gemensamt med K i ett tidigt skede innan byggnaden började projekteras, vilket bidrog till ett mer organiserat och strukturerat arbetssätt genom hela projektet.

Vidare betonade B1 hur viktigt det var att projekteringen är välstrukturerad från början, då detta påverkade hela projektets fortsatta genomförande. En tydlig och välplanerad projektering upplevdes bidra till ett smidigare arbetsflöde även på byggarbetsplatsen.

Slutligen beskrev respondenterna att digitaliseringen fortfarande befann sig i utvecklingsfasen och att nya digitala verktyg och mjukvaror kontinuerligt skapade möjligheter för förbättrad samordning och mer effektiva arbetssätt inom projekteringen.

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten från intervjustudien i kopplat med litteraturstudien. Vidare diskuteras även var informationsförluster uppstår och vilka organisatoriska och tekniska faktorer som påverkar samordningen.

5.1 Den digitala kommunikationen mellan olika disciplin

I resultatet framgår att den dagliga kommunikationen mellan arkitekt och konstruktör i stor utsträckning har flyttats till snabba digitala kanaler som Teams. Respondenterna upplever att detta arbetssätt underlättar informationsutbytet vid snabba frågor i jämförelse med mejl. Teams fungerar därmed som en mer integrerad och effektiv lösning för det dagliga informationsutbytet. Dessutom bidrar verktyget till en avslappnad och vänskaplig relation mellan disciplinerna (A1), vilket utgör en stark grund för ett bra samarbete.

Trots fördelarna med Teams för den dagliga kommunikationen, visar resultatet att det finns nackdelar gällande informationens spårbarhet. Respondent A1 poängterar att spårbarheten i en Teams-chatt är sämre i jämförelse med traditionella och protokollförda projekteringsmöten. Problematiken uppstår när formella projektbeslut hanteras i dessa snabba kanaler och den bristande dokumentationen kan leda till att information isoleras hos ett fåtal individer. Detta speglar den problematik kring skapandet av "informationsöar" (Disney et al., 2022; Bryde et al., 2013). För att hantera denna utmaning och undvika att viktig information försvinner i separata chattloggar och mejl, lyfts implementeringen av molnbaserade plattformar (CDE) (Koseoglu & Nurtan-Gunes, 2018; Disney et al., 2024). Resultatet blir ökad transparens och minimerade risker för informationsförluster.

För att ytterligare hantera kommunikationens utmaningar i praktiken, är erfarenhet och tidig etablering av gemensamma mål är avgörande. Byggbranschen utsätts för fragmentering där olika yrkesgrupper ofta arbetar isolerat från varandra (Azhar, 2011). Att bryta denna isolering blir möjlig genom tidig involvering. Genom att aktörer pratar ihop sig om tydliga mål tidigt (K1), minskas branschens fragmentering. Detta fungerar därmed som en direkt åtgärd för att motverka kommunikationsbrister och skapa mer effektiva informationsflöden.

5.2 Projektledningens och beställarens påverkan

Av resultatet framgår det att samordningen i modellbaserade projekt inte enbart är en teknisk fråga, utan i stor utsträckning styrs av organisatoriska förutsättningar och beställarens påverkan. Intervjuerna visade att beställarens ekonomiska ramar ofta är avgörande för projekt. Detta påverkar beställarens val av digitala verktyg och möjligheten för projekt att utnyttja 3D-modellering fullt ut. Begränsade budgetar från beställaren tvingar ibland projektörer tillbaka till ett traditionellt ritningsbaserat arbetssätt i 2D (K1, P1). Bristande resurser och en konservativ inställning bidrar till att digitaliseringen betraktas som en initial kostnad och extra arbetsbörda. Detta istället för att se det som långsiktigt värdeskapande för projektet (Azhar, 2011; Aibinu & Papadonikolaki, 2020).

Enligt respondenterna kan ibland beställarens digitala förståelse skapa samordningsproblem. I projekt kan olika projektörer behöva arbeta i olika mjukvaror, vilket resulterar i direkta utmaningar för samordningen och de format som hanteras (P1). Svårigheterna med att implementera modellbaserat arbetssätt beror på administrativa utmaningar (Azhar, 2011).

Ett annat påtagligt organisatoriskt hinder kopplat till beställaren är projektets tidsramar. Intervjustudien pekar ut hårda tidskrav som branschens största hot, som följaktligen leder till stress och riskerar att arkitekt och konstruktör hamnar i osynk (A1, B1). Denna stress tenderar till att hämma den digitala utvecklingen. Hög arbetsbelastning och tidspress får ofta anställda att vilja återgå till sina trygga och traditionella arbetssätt med 2D-ritningar (Disney et al., 2024).

För att hantera denna stress och de administrativa utmaningar som beställaren kan orsaka, framhävs vikten av en stark projektledning och BIM-samordning (P1). Att arbeta utifrån tydliga riktlinjer från start, kombinerat med kontinuerliga arbetsmöten, beskrivs som avgörande för en effektiv samordning (B1). BIM-samordnaren är viktig för att avlasta projektledningen och upprätthålla de tekniska kontrollerna (A1, B1, K1). Detta arbetssätt överensstämmer med litteraturen kring digital granskning. För att lyckas implementera digitala verktyg och hantera fragmenteringen krävs därmed ett starkt ledarskap, tydliga kravställningar och tekniskt stöd (Disney et al., 2024; Davies & Harty, 2013).

5.3 Digitaliseringens möjligheter och begränsningar

Respondenterna förklarade att digitaliseringen har gett nya möjligheter till byggbranschen och dess utveckling. Digitaliseringen har underlättat arbetsprocessen genom att programvaran möjliggör visualisering av projektet samt hanteringen av kollisioner och problem. Arbetsprocessen har i större utsträckning ersatts av 3D-modellering. Att övergå till Total BIM beskrivs som ytterligare ett sätt att underlätta arbetet. Även molnbaserade plattformar är en del av den positiva utvecklingen, där respondenterna förklarar, gett en ökad ordning i projekt genom förbättrad samordning.

Digitaliseringen har också bidragit till att informationsutbytet mellan disciplinerna förenklats, då samordningsplattformar, IFC-format och 3D-modellering används i större utsträckning. För att det här ska fungera i praktiken behöver disciplinerna jobba i samma mjukvara, vilket inte alltid är fallet. Respondenterna nämner att de ofta jobbar i olika mjukvaror i projekt. Detta kan tolkas som att olika discipliner har sina olika preferenser kring val av mjukvara och att de inte gärna går över till någon annan. För att hantera att disciplinerna arbetar i olika mjukvaror används IFC-format, där användningen har visat sig bidra till ökad interoperabilitet i helt modellbaserade projekt (Disney et al., 2024).

Även fast IFC-formatet har underlättat arbetet mellan olika mjukvaror finns det fortfarande problem. Resultatet från intervjustudien visar på att alla respondenter stöter på problem med IFC-formatet. Olika mjukvaror hanterar objektets egenskaper på olika sätt, vilket leder till att det finns en risk att informationen går förlorad eller att den blir svår att spåra (Ren et al., 2018). Detta visar på att IFC-formatet har underlättat informationshanteringen, men att den ännu inte är fullt utvecklad när det gäller att knyta ihop mjukvarans olika sätt att hantera information på objekt. Vilket kan tyda på att teknisk utveckling i sig inte automatiskt leder till effektiv samordning, eftersom interoperabiliteten mellan systemen fortfarande är begränsad.

Det traditionella arbetssättet med 2D-ritningar används fortfarande i stor utsträckning. Respondenterna förklarade att detaljer oftast ritas upp och att det, även vid 3D-modellering, fortfarande är 2D-vyerna som tas fram i modellerna. Detta kan tolkas som att det traditionella

arbetssättet fortfarande har en stark position i branschen, trots att digitala verktyg erbjuder mer avancerade möjligheter. Respondenterna beskrev likartat, att det traditionella arbetssättet är fortsatt starkt rotat. Forskningen visar på att användningen fortfarande är begränsad ute i produktionen, där pappersritningar är fortsatt dominerade (Davies & Harty, 2013). Detta kan tyda på att digitaliseringen främst har slagit igenom i projekteringsfasen, medan i produktionsfasen präglas det fortfarande av mer traditionella arbetssätt.

Det finns däremot ett koncept, "Site BIM", där arbetare kan använda surfplattor med tillgång till modellen och dess information direkt ute på byggarbetsplatsen (Davies & Harty, 2013). Det här kan ses som ett steg mot att minska gapet mellan projektering och produktion genom att öka den digitala tillgängligheten. Även fast litteraturstudien visar på att mobila BIM-verktyg successivt börjat användas i produktionen, förklarade respondenterna att detta inte är vanligt förekommande i praktiken, vilket leder till att det traditionella arbetssättet kommer tillbaka. En möjlig förklaring kan vara att kostnaden för denna lösning inte alltid prioriteras av beställare, vilket ytterligare visar på hur ekonomiska faktorer påverkar graden av digital implementering.

5.4 Framtiden och utveckling

Resultatet pekar på en framtid där den digitala modellen får en betydligt större roll i hela byggprocessen. En central vision som lyfts fram av respondent P1 är att man i framtiden bör "rita fabriken". Det innebär att man inte bara modellerar den färdiga byggnaden, utan att man redan i projekteringen ritar in allt som krävs för att genomföra själva produktionen. Detta ligger i linje med konceptet Total BIM, där målet är att 3D-modellen ska vara den enda och sanna källan till information under hela projektet (Disney et al., 2024). Genom att projektera hela "fabriken" i modellen tidigt, kan man öka förståelsen för hur bygget ska genomföras. Detta minskar i sin tur risken för oväntade problem ute på byggplatsen, vilket gör att man undviker dyra och ogenomtänkta nödlösningar.

Resultatet visar även att det traditionella ritningsformatet upplevs som otillräckligt för att hantera byggprojektens växande informationsmängder. Respondent P1 förklarar detta genom att jämföra PDF-ritningar med digitala modeller. P1 beskriver ritningarna som väldigt "platta" och fysiskt begränsade. Detta bekräftas i litteraturstudien, som belyser att problematiken med

2D-format ligger i hur mycket information får plats innan det blir oläsligt (Czmoch & Pēkala, 2014; Davies & Harty, 2013). Bryde et al. (2013) belyser att BIM har en multidimensionell kapacitet, vilket möjliggör att obegränsat antal dimensioner av information kan adderas. Denna potential begränsas dock i praktiken. Juridiska och tekniska osäkerheter gör att modellen ofta förlorar sin roll som central informationskälla, vilket tvingar tillbaka branschen till ritningsformatet (Disney et al., 2024). Vidare förstärks denna tillbakagång ytterligare genom byggbranschens fragmenterade struktur, där yrkesgrupper ofta arbetar isolerat från varandra (Azhar, 2011).

För att bryta denna isolerade struktur och framgångsrikt implementera multidimensionella modeller krävs nya sätt att styra projekteringen. Resultatet visar att tidig samordning är en avgörande faktor. Respondent P1 betonar att när arkitekter och konstruktörer involveras redan i systemhandlingsskedet för att gemensamt granska detaljer, skapas en stark struktur för hela projektet. Respondent B1 instämmer och understryker att en välplanerad projektering är förutsättningen för ett effektivt bygge. Men för att styra en sådan integrerad modell behöver branschen ett gemensamt språk. Här lyfter litteraturen fram Model Maturity Index (MMI) som ett viktigt framtida verktyg. Till skillnad från LOD (Level Of Development), fokuserar MMI på mognadsgraden för hela BIM-modellen (Hansen et al., 2022). Genom att använda MMI kan aktörerna planera och kommunicera hur modellens samlade informationsflöde ska utvecklas. En sådan strukturerad styrning möjliggör att en tidig samordning kan förverkligas.

5.5 Diskussion av metod

I detta avsnitt förs en diskussion kring studiens metod och genomförande. Avsnittet behandlar även urvalet av respondenter samt bearbetning av intervjumaterial.

5.5.1 Val av kvalitativ metod

Studien genomfördes med en kvalitativ metod eftersom syftet var att undersöka upplevelser och arbetssätt inom modellbaserade projekt. Kombinationen av intervjustudie och litteraturstudie möjliggjorde metodtriangulering (Bryman, 2016)

5.5.2 Diskussion av intervjustudien

I intervjustudien valdes fyra respondenter ut som var verksamma i olika områden med målet att få en bred bild av samordningen. Eftersom intervjuerna genomfördes med respondenter från olika yrkesroller kan detta ha bidragit till att intervjuerna i viss mån präglas av ett rollbaserat perspektiv, snarare än ett helt övergripande synsätt på samordningen. För att motverka detta användes samma intervjuguide där frågorna anpassades minimalt för att de fortfarande skulle vara relevanta för den specifika respondenten.

En intervjuguide användes då som ett stöd under samtliga intervjuer, men den följdes inte strikt. Denna typ av upplägg motsvarar semistrukturerade intervjuer (Bryman, 2016). Genom denna flexibilitet i intervjustrukturen skapades förutsättningar för mer utvecklade och nyanserade svar, samtidigt som jämförbarheten mellan intervjuerna bibehölls.

Analysen genomfördes genom kodning och tematisk indelning där återkommande mönster identifierades utifrån respondenternas svar. Denna struktur underlättade processen för analys, där man tydligt kunde se teman och återkommande mönster.

5.5.3 Diskussion av litteraturstudien

Sökningen av litteratur genomfördes främst via Google Scholar för att säkerställa att materialet var vetenskapligt granskade publikationer. Eftersom Google Scholar var den huvudsakliga sökmotorn vid litteratursökningen, kunde det innebära vissa begränsningar i urvalet av källor. Om fler databaser och sökmotorer använts, hade ett bredare och varierat urval av litteratur kunnat identifieras.

Däremot var en av utmaningarna med litteraturstudien det stora urvalet av tillgänglig forskning vilket är en anledning till att Google Scholar användes främst. Det stora urvalet av tillgänglig litteratur innebar att en successiv avgränsning var nödvändigt för att fokusera på de mest relevanta källorna, vilket samtidigt kan ha inneburit att vissa perspektiv exkluderades. Detta bidrog även till att mycket tid lades ner för att hitta relevanta källor. För att hantera det stora urvalet användes konceptet "Snowballing" (University of Cambridge, u.å.). Detta arbetssätt

kan dock innebära en risk för att forskningen till viss del följer samma spår, där det kan ha påverkat variationen i det teoretiska perspektivet i studien.

En ytterligare utmaning är att digitaliseringen i branschen fortfarande är i utvecklingsfasen. Detta kan innebära en viss variation i hur aktuella resultaten är, beroende på att utvecklingen fortfarande sker och vissa utmaningar som tidigare fanns, inte längre finns. Äldre källor har dock fortsatt använts då de fortfarande anses relevanta för att förstå utvecklingen över tid.

5.6 Studiens trovärdighet och begränsningar

Metodtriangulering innebär att flera metoder används för att belysa samma område, vilket ökar trovärdigheten och skapar en nyanserad förståelse av resultatet (Bryman, 2016). Litteraturstudien utfördes för att komplettera intervjustudien genom att jämföra respondenternas upplevelser med tidigare forskning. Detta bidrog till att stärka studiens trovärdighet genom att flera perspektiv kunde jämföras och analyseras tillsammans. Samtidigt finns det begränsningar i den valda metoden. Antalet intervjuer är relativt litet, vilket kan innebära att resultaten bör tolkas som en kvalitativ fördjupning av respondenternas erfarenheter, snarare än som generaliserbara slutsatser för hela byggbranschen.

En ytterligare begränsning är risken för subjektiva tolkningar i analysarbetet. Eftersom den tematiska analysen bygger på forskarnas kodning och tolkning av respondenternas svar, kan resultatet påverkas av individuella bedömningar. För att stärka trovärdigheten har analysen genomförts systematiskt och jämförts mellan intervjuerna för att identifiera återkommande mönster.

Vidare har Chalmers AI-transkriberingsverktyg använts som stöd vid transkribering av intervjuerna. Detta har bidragit till en effektivare bearbetning av materialet, men kan samtidigt innebära en risk för mindre felaktigheter i textöverföringen. Genom att manuellt granska transkriberingarna har den risken minimerats. AI har även använts som stöd vid språklig korrektur, såsom stavning och grammatik, utan att påverka innehållets analys eller tolkning.

Slutligen bör det beaktas att studien bygger på ett urval av respondenter med specifika yrkesroller inom projektering. Det innebär att resultatet speglar dessa aktörers perspektiv och erfarenheter. Detta kan medföra att studiens bredd påverkas, men samtidigt ger en djupare förståelse för de studerade processerna.

5.7 Förslag till vidare forskning

Utifrån studiens resultat framstår beställarens roll som en avgörande faktor för digitaliseringen och dess användning i byggbranschen. En intressant riktning för vidare forskning vore därför att undersöka digitaliseringen ur ett beställarperspektiv. Framtida forskning skulle kunna fokusera på hur affärsmodeller och incitament kan utformas för att uppmuntra beställare att investera i Total BIM.

Ett ytterligare område som har behov av vidare undersökning och flera empiriska fallstudier är konceptet Total BIM. Genom flera empiriska fallstudier som dokumenterar och analyserar projekt, där 3D-modellen används som den enda och juridiska informationskällan, ökas förståelsen och kunskapen för hur ett Total BIM-bygge presterar.

Slutligen pekar studiens resultat på vikten av tidig samordning och struktur. Därför vore det även värdefullt med framtida forskning kring den praktiska tillämpningen av Model Maturity Index (MMI). Sådana fallstudier skulle ge värdefull kunskap och information om hur MMI rent praktiskt kan påverka informationsflödet och den tidiga samordningen.

6 Slutsats

Studien visar att digitaliseringen har haft en tydlig påverkan på samordningen i modellbaserade byggprojekt. Resultatet från intervjustudien och litteraturstudien visar att denna påverkan kan delas in i tre huvudsakliga områden: förbättrad kommunikation och samordning genom digitala verktyg, tekniska begränsningar i system och informationsflöden samt organisatoriska faktorer som påverkar hur väl de digitala arbetssätten fungerar i praktiken.

6.1 Digitaliseringens påverkan på kommunikation och samordning

Resultatet visar att digitala verktyg såsom BIM-modeller, 3D-visualisering och samordningsplattformar har haft en positiv inverkan på samordningen mellan de olika aktörerna. Respondenterna beskriver att den gemensamma molnbaserade miljön skapar ökad visuell förståelse för projektet, vilket underlättar identifieringen av kollisioner och samordningsproblem i ett tidigt skede.

Vidare framkommer att digitala kommunikationsvägar har effektiviserat kommunikationen mellan disciplinerna. Information kan delas snabbare och mer direkt än i traditionella arbetssätt. Enligt respondenterna har det här bidragit till ett mer kontinuerligt samarbete under projekteringsprocessen.

6.2 Tekniska begränsningar

Samtidigt visar resultatet att det finns tekniska utmaningar som påverkar samordningen negativt. En central faktor är bristande kompatibilitet mellan mjukvaror som används av olika discipliner. Detta leder i vissa fall till informationsförluster eller behov av manuell hantering vid konvertering till olika mjukvaror.

IFC-formatet framhålls som en viktig lösning till informationsöverföringen mellan system, men resultaten visar att detta inte alltid fungerar optimalt i praktiken. Begränsningar i filformatet kan leda till att information inte överförs korrekt, vilket i sin tur kan orsaka dubbelarbete och ökad arbetsinsats i projektet.

6.3 Organisatoriska faktorer och arbetsätt

Resultatet visar att samordningen i modellbaserade projekt inte enbart påverkas av tekniska faktorer, utan i minst lika hög grad av organisatoriska förutsättningar. Bristande standarder av arbetsätt och varierande nivåer av digital kompetens mellan aktörerna påverkar hur effektivt de digitala verktygen används.

Vidare framkommer att projektledningens roll är central för hur väl samordningen fungerar i praktiken. En tydlig styrning och struktur i projekten beskrivs som avgörande för att skapa en fungerande digital arbetsprocess. Även externa faktorer såsom tidspress och ekonomiska ramar påverkar hur mycket resurser som kan läggas på samordning och mjukvarorna.

6.4 Sammanfattande resultatbild

Sammantaget visar studien att digitaliseringen har bidragit till förbättrad samordning och ökad visuell förståelse i byggprojekt genom modellbaserade arbetsätt. Samtidigt begränsas den fulla nyttan av dessa verktyg av tekniska hinder i integrationen mellan olika mjukvaror samt organisatoriska faktorer såsom bristande standardisering, varierande kompetens och projektstyrning.

Resultatet visar därmed att effektiv samordning i modellbaserade projekt uppstår i samspelet mellan teknik och organisation, där båda delarna behöver fungera för att digitaliseringens potential ska kunna utnyttjas fullt ut.

7 Referenslista

- Adams, John, et al. *Research Methods for Business and Social Science Students*, SAGE Publications India Pvt, Ltd., 2014. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/detail.action?docID=1698991>. Created from chalmers on 2026-05-13 21:41:03.
- Ajibade A. A., & Papadonikolaki, E. (2020). Conceptualizing and operationalizing team task interdependences: BIM implementation assessment using effort distribution analytics. *Construction Management and Economics*, 38:5, 420-446. <https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1623409>
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry, *Leadership and Management in Engineering*, Vol. 11 No. 3, pp. 241-252, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J Marc. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31 (2013) 971–980 <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Bryman, A. (2016). *Samhällsvetenskapliga metoder (3. uppl.)* Liber
- Czmoch, I., & Pękala, A. (2014). Traditional Design versus BIM Based Design. *Procedia Engineering*, Vol. 91, pp. 210-215. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048>
- Davies, R., Harty, C. (2013). Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project. *Automation in Construction*, Vol. 30, pp. 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.024>
- Disney, O., Johansson, M., Leto, A. et al (2022). Total BIM Project: The Future of a Digital Construction Process. *Industry4.0 Applications for Full Lifecycle Integration of Buildings*, Vol. 21, pp. 21-30. <https://research.chalmers.se/en/publication/528868>
- Disney, O., Roupé, M., Johansson, M. et al (2024). Embracing BIM in its totality: a Total BIM case study. *Smart and Sustainable Built Environment*, 13(3): 512-531. <http://dx.doi.org/10.1108/SASBE-06-2022-0124>
- Gallaher, Michael & O'Connor, Alan & Dettbarn, John & Gilday, Linda. (2004). *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the US Capital Facilities Industry*. doi.org/10.6028/NIST.GCR.04-867.
- Gillham, Bill. *Research Interview*, Bloomsbury Publishing Plc, 2000. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/detail.action?docID=436490>. Created from chalmers on 2026-05-13 21:43:12.

- Google (u.å.). *about scholar*. <https://scholar.google.com/intl/sv/scholar/about.html>
- Hansen, U., Fosse, R., Lædre, O. (2022). MMI in design process Findings and improvement opportunities from a case study. *Procedia Computer Science*, Vol. 196, pp. 763-771, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.074>
- Koseoglu O, Nurtan-Gunes E. T. (2018). Mobile BIM implementation and lean interaction on construction site: A case study of a complex airport project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 25 No. 10 pp. 1298–1321, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0188>.
- Ljung, E., Tallgren, M (2024). Can interoperability between disciplines be improved by adding phasing information using standardised coding?. *Association of Researchers in Construction Management, ARCOM 2024 - Proceedings of the 40th Annual Conference*, pp. s. 111-120. <https://research.chalmers.se/publication/543702>
- Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V. et al (2013). The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. *Procedia Engineering*, Vol 57, pp. 767-774. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.097>
- Ren, Ran & Zhang, Jiansong & Dib, Hazar. (2018). BIM Interoperability for Structure Analysis. *Proc., ASCE Construction Research Congress, ASCE, Reston, VA*, 470-479. <https://doi.org/10.1061/9780784481264.046>
- Shih, N.-J. (1996). A study of 2D- and 3D-oriented architectural drawing production methods. *Automation in Construction*, 5(4), 273-283). [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(96\)00152-5](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(96)00152-5)
- University of Cambridge (u.å.). *Snowballing*. <https://libguides.cam.ac.uk/systematic-reviews/snowballing>

8 Bilagor

Bilaga A

Intervjuformulär

Personliga frågor

- Får vi spela in den här intervjun?
- Vilken roll har du i företaget och hur länge har du arbetat i rollen?
- Hur har din arbetsväg sett ut? Vart och hur började du?
- Hur ser du generellt på att byggbranschen digitaliseras?

Inledande & Sociala aspekter (Roll och kommunikation):

- Hur upplever du att kommunikationen och samarbetet generellt fungerar mellan arkitekt och konstruktör i era modellbaserade projekt?
- När missförstånd eller friktion uppstår mellan er och [motparten], vad skulle du säga är den vanligaste orsaken till detta?
- Upplever du att ansvarsfördelningen är tydlig när det gäller vem som ska åtgärda en ändring eller krock i modellen?
- Känner du att det finns en ömsesidig förståelse för varandras mål (t.ex. teknisk genomförbarhet vs. arkitektonisk gestaltning)?

Tekniska aspekter & Digitala verktyg:

- Upplever du problem med datainteroperabiliteten (t.ex. via IFC) mellan din mjukvara och den mjukvara [motparten] använder? Förloras geometri eller information vid överföringar?
- Hur mycket tid lägger du på manuellt dubbelarbete för att information inte följer med sömlöst mellan era olika system?
- Hur använder ni samordningsplattformar för att säkerställa att ni alltid arbetar mot samma aktuella information?

- Förekommer det parallella processer i era projekt (t.ex. att man förlitar sig på både 3D-modellen och utbrutna 2D-dokument samtidigt)? Hur påverkar detta pålitligheten i ert arbete?

Friktionspunkter & Samordning:

- Hur väl är modellens detaljeringsnivå (LOD/MMI) överenskommen mellan dig och [motparten] från start? Får du den detaljnivå du förväntar dig?
- Vid kollisionskontroller mellan A och K, vilket specifikt moment är det som tar mest tid och skapar mest ineffektivitet?
- (Till konstruktören): När upplever du att du tvingas kompromissa bort arkitektens gestaltning på grund av tekniska krav, och hur kommuniceras detta?
- (Till arkitekten): När upplever du att tekniska lösningar tvingar fram sena ändringar i din gestaltning, och varför upptäcktes inte detta tidigare i modellen?

Lösningar & Framtid:

- Vad anser du är den viktigaste åtgärden för att minska friktionen och öka effektiviteten mellan A och K? (Bättre mjukvara, tydligare processer, mer informell kommunikation, etc.?)
- Hur skulle [motparten] kunna underlätta ditt arbete i projekteringskedet?

Bilaga B

Kodningsschema

Kodningsschema - intervjuer			
Kommunikation mellan olika discipliner			
Komunikationsformer			
Kod	Beskrivning	Respondent	Exempel från data

kommunikation_mejl_problematiskt	Kommunikation via mejl kan bli långdraget där information och mottagare lätt går förlorad.	K1	"Mejlkommunikation kan lätt spåra ur, vilket lätt gör så att personer eller svar försvinner"
snabb_kommunikation		A1	"... väldigt bra sätt att ha en rolig konversation pågående och sen, men dom här grejerna behöver vi ändå besluta på."
		B1	"... att kunna bara skicka iväg snabba frågor underlättar väldigt mycket."
		K1	"... det är lättare att slänga iväg en fråga på telefon eller i teams"
spårbarhet_snabb_kommunikation	Snabb kommunikation leder till sämre spårbarhet.	A1	"... spårbarheten i Teams chatten är ju sämre än jämfört med projekteringsmöten"
Relation och samarbete			
Kod	Beskrivning	Respondent	Exempel från data

positivt_samarbete_A_K	Samarbetet mellan A och K upplevs som positivt.	A1	"Jag skulle säga att samarbetet mellan oss och K har kommit längst."
		B1	"Ja, men jag skulle säga att det finns ömsesidig förståelse för varandra."
		K1	"...generellt tycker jag det funkar bra."
erfarenhet_ökad_förståelse	Erfarenhet ökar förståelsen mellan disciplinerna.	K1	"Jag upplever att ju längre folk har arbetat, desto mer förståelse får man."
komunikation_mål	När mål diskuteras i tidigt skede ökar samarbetet.	K1	"... pratar man ihop sig, till exempel att jag förklarar vad jag vill ha eller vill ska se ut så, det hjälper ju."
A_tidigt_skede	När A är med i tidigt skede underlättar det samordningen.	P1	"A började systemhandling med att titta på alla detaljer. Det var en extremt bra ordning. Vi tittade tillsammans på alla detaljer Och sen så började vi plocka ihop huset då efter det. Då fick vi ju en väldigt strukturerad ordning på allting"

Organisation och styrning i modellbaserade projekt			
Projektledning			
Kod	Beskrivning	Respondent	Exempel från data
projektledning_styr_upp	En projektledning med erfarenhet som kan styra upp samordningen ökar effektiviteten och kommunikationen mellan disciplinerna.	A1	"Så att det är väldigt, väldigt olika beroende på ja, byggherren eller projektledningens organisation."
		B1	"... att ha arbetsmöten är väldigt viktiga. Att man också möts och liksom kan lyfta saker och ha det kontinuerligt"
		K1	"Ibland har man vissa projekt där det är väldigt bra ordning och reda, man har en bra projektledare som styr upp."
		P1	".. Det skiljer sig ganska mycket mellan projekteringsledare.

			En projektledare med erfarenhet och får till möten på plats bidrar till en bättre samordning."
hög_press_projekteringsledare	Projekteringsledare jobbar ofta ensamma om det inte är i miljardprojekt. Det är högt tryck på projekteringsledaren.	P1	"Ett väldigt ensamt jobb. Vi får aldrig bli sjuka, det får aldrig vara så. Det är bara att bita ihop"
BIM_samordnare_kontroller	BIM-samordnare identifierar problem och kollisioner, sedan skickas det vidare för åtgärd av disciplinerna.	A1	"En BIM-samordnare eller liknande gör kollisionstesterna och identifierar, så får man en fil eller något liknande där man kan åtgärda."
		B1	"Vi har en BIM-samordnare som sitter och granskar modeller. De gör kollisionstester och ser egentligen att det ser bra ut. Sen så får vi då tillbaka den."
		K1	"... granskningsorgan som lägger upp

			handlingar. Det är ofta en bim-samordnare som ändå ansvarar för helheten och sen sätter man själv ansvar i.”
Beställarens påverkan			
Kod	Beskrivning	Responde nt	Exempel från data
beställare_ekonomi	Olika beställare har olika ekonomiska krav som kan påverka projektet och val av digitalt arbetssätt.	A1	“Det är inte riktigt lika många som jobbar i de stora programmen. Det är ju ganska mycket pengar i dom här programmen så att säga... ”
		K1	"... ibland finns inte budgeten för möjligheten att göra 3D-modellering fullt ut. Även de tekniska lösningarna kan påverkas av de ekonomiska kraven”
		P1	"... vissa beställare tycker att det är billigare med 2D-ritningar och därmed

			för dyrt med 3D-modellering."
beställare_arbetsätt	Beroende på beställarens struktur upplevs projektets samordning olika	B1	"Om beställaren är tydlig från början, då har man oftast en manual som man följer, vilket underlättar"
		K1	"... man märker väldigt skillnad i arbetet när man jobbar med en bra beställare"
		P1	"... olika arbetsätt beroende på vilken beställare. Så att internt har de massa rutiner för att göra 2D-ritningar och modellbaserat. Det beror på beställaren..."
val_av_plattform_beställare	Beställaren kan påverka vilken mjukvara som används, till exempel att de lånar ut licenser.	K1	"Vissa av våra beställare lånar ut licenser till oss. Så att vi inte behöver stå för den kostnaden själva och att vi kan jobba mot samma mjukvara. Men det är också lite

			upp till beställaren att organisera.”
		P1	"Det hänger nog på både beställarsidan vad de har för någon plattform och huvudentreprenören , vad de har för en plattform att jobba med."
projektet_tidskrav	Tidskrav är en avgörande faktor i projektet där det kan påverka negativt.	A1	"... man lite tid och man är lite stressad. Generellt sett är stressen branschens största hot."
		B1	"... tiden med att justera, man känner att det är så mycket som ska göras samtidigt. Ja, men att det är mer stressigt med något annat. Så det kan bli ofta att arkitekten och konstruktören kan bli lite osynk."
beställare_begränsad_digital_förstå else	Beställaren har inte full koll på digitaliseringen och dess samordning där de inte tänker på	P1	"Beställaren tänker, det går bra att mixa ihop olika projektörer med olika mjukvaror, det spelar ingen roll.

	vilka olika varianter av mjukvara som kan ha för påverkan.		Men jag måste hantera massa olika mjukvaror då med massa olika format, vilket ställer till det."
Digitala verktyg och informationshantering			
Fördelar med modellbaserat arbete			
Kod	Beskrivning	Responde nt	Exempel från data
3D_ritning_positivt	Det är idealt att jobba fullt ut i modellen då detta ger en bättre överblick.	K1	"... men alltså det idealt, det gillar man när man kan ha allting i modellen. Det blir lättare att överblicka konsekvenser i modellen."
molnplattform_positivt	Avändning av molnplattform upplevs som smidigt och effektivt.	A1	"vi jobbade väldigt mycket mot molnet, så vi fick alla andras uppdateringar hela tiden. Vilket gjorde att det gick väldigt fort"
		B1	"... det är många som gillar det, att det är smidigt och det går så fort."

		K1	"... det skapar ordning och reda och det blir tydligt"
		P1	"... som jag jobbar mycket med nu och tycker att det är liksom en prisvärd bra produkt liksom. Så fort du klickar på ett objekt så får du ju upp en liksom parameterlista uh och i parameterlistan så kan du klicka liksom fram till olika sorteringar."
total_BIM_positivt	Total BIM underlättat arbetet då hela visualiseringen är synlig.	B1	"... total BIM har underlättat mycket. Man får det lite mer svart på vitt hur det faktiskt ser ut."
Tekniska problem och begränsningar			
Kod	Beskrivning	Respondent	Exempel från data

IFC_problem	Konvertering av IFC-er kan leda till problem där geometrier försvinner osv.	B1	"... det kan hända saker med geometrier. Det ser bra ut i revit. Men sen så är det till exempel att material som kan bli transparenta med utan anledning och det kan bli en annan form av geometri"
portal_problem	Tar tid att ladda upp projekt då det behövs genom bearbetning för att säkerställa att allt är rätt.	A1	"... För att det tar tid att exportera. Du ska säkerställa att allting är bra."
		A1	"Laddar vi upp varje fredag. Så när man ser något då så tar det ju som värst då en vecka innan det liksom kommer in... Men många småsaker tar lång tid och att liksom hitta."
		K1	"Då blir det ju lite en process att säkerställa att man alltid ladda ner senaste. Att man inte glömmer av det och så sitter man och

			jobbar mot ett två veckor gammalt underlag då..."
		P1	"Det var rätt galet innan, när de liksom bara publicerade IFC er, men inte synkade sin centralmodell..."
tung_modell	När modellen i molnbaserade plattformar blir för tung kan programmet lägga av och då blir det stopp för alla discipliner i modellen.	B1	"Men det är också så pass stor och tung modell så ibland blir det också att den är blir ganska seg eller att programmet helt lagt av."
olika_mjukvara_proble	När alla discipliner jobbar i olika mjukvaror så skapar det svårigheter i informationsutbytet.	A1	"... På förra projektet. eh Ja, alltså det blev lite knöligare. Alltså exporter, om man inte gör rätt i modellen då, och man måste underhålla flera typer av ritningar så tar det mycket ritningstid."
		K1	"... men det är väldigt svårt, det är ju enklare eller liksom det blir mer

			komplett information som förs över om alla arbetar i samma mjukvara”
		P1	"... dessutom så är det så att arkitekter ritat i Archicad och konstruktören ritat ju i Revit. Så där har vi ju direkt en svårighet kan man säga."
traditionella_arbetssätt_rotade	"Traditionella arbetssätt är fortfarande starkt rotade. Detaljeringsritningar lever fortfarande kvar."	B1	"Det är som jag ser det är ju egentligen att det sättet vi traditionellt ritat på med svarta streck, den sitter ju liksom fortfarande väldigt djupt rotat att det är det vi gör"
		P1	"Detaljerna lever ändå kvar. Då får man kolla på dem för att veta mer exakt. Men också så här mått och sånt står också på detaljer för att förklara lite varför det ser ut som det gör."
modellhantering_problem	Vissa modeller är svåra att dela upp	P1	"... vissa mjukvaror kan slå isär den,

	och att det inte påverkar modellen negativt.		men när man slår isär den så så verkar det som att det har det svårt att liksom jobba med den sen, då är den liksom sönder."
Framtid och utveckling			
Kod	Beskrivning	Respondent	Exempel från data
produktion_i_modell	Modeller i framtiden kommer inte bara visa upp själva byggnaden utan också produktionen runt omkring.	P1	"Sen tror jag vi kommer mer att vi ritat fabriken också. Det är ju en sak att vi ska bygga huset men vi bygger ju också en fabrik samtidigt, med logistik och vägar och liksom ställningar och öppningar och all typ av."

dynamiska_modeller	I framtiden kan det finnas modeller som kommunicerar med fler dimensioner.	P1	"... skillnaden mellan PDF som fortfarande är ganska 2D platt liksom till till en tredimensionell som egentligen är multidimensionell miljö i IFC då där det egentligen finns inga begränsningar hur mycket du kan stoppa in liksom i samma informationsmängd bara ösa in. Så att IFC kan öppna upp helt nya möjligheter att kunna kommunicera med fler dimensioner."
automatiserad_modellering	Generativ design hade utvecklat arbetssättet. Att man kan "prata med modellen",	P1	"Jag ser ju i framtiden att vi kanske har data istället. uh Och i det fallet så kanske det är 20 IFC filer som de skjuter ut IFC filer då som kan generera mer saker alltså inneväggsfil till exempel då"

ökad_informationsmängd	I framtiden kommer modellen innehålla mer detaljer.	P1	“Modellerna blir mer och mer detaljrika, vilket gör dem lättare att använda för kommunikation och informationshantering. IFC öppnar upp helt nya möjligheter att kommunicera med fler dimensioner och större informationsmängder.”
K_modellerar_egna_lösningar	Det hjälper mycket när konstruktörerna modellerar sina lösningar.	B1	"Jag tycker det har hjälpt jättemycket med att när det modellerats så att man ser det, kontra med hur det har varit tidigare. För då har man nästan ibland gissat lite..."
projektledning_smidigt_bygget	Viktigt att projekteringen blir bra så att det blir smidigt på bygget.	B1	"... det är viktigt ändå på nåt sätt också lägga kraften i projekteringen för att sen liksom få det så smidigt som möjligt på bygget."